Aus dem Arbeitsphysiologischen Institut der Universität Breslau
Direktor: Prof. Dr. Adolf Basler

Beiträge zur Physiologie des Fussgewölbes.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades in der Medizin
bei der Hohen Medizinischen Fakultät der
Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Breslau.

Vorgelegt von

Johanna Hoppe

Breslau.

Breslau 1939.

Buchdruckerei und Verlag Eugen Jakubik, Breslau 10, Wörtherstraße 6

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Breslau.

I. Referent: Prof. Dr. A. Basler
II. Referent: Prof. Dr. Schriever
Dekan: Prof. Dr. Gutzeit.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern in Dankbarkeit!

Für das Zustandekommen eines leichten und federnden Ganges ist die Beschaffenheit des Fußes, auf dem bei aufrechter Haltung die gesamte Körperlast ruht, von ausschlaggebender Bedeutung. Trotz Belastung kommt es nicht zu einem Aufstützen des ganzen Fußes auf dem Boden, sondern nur der Ferse und des Vorfußes. Dazwischen spannt sich gleich einem Gewölbe der federnde Teil des Fußes, der aus den durch Bänder zusammengehaltenen Fußwurzelknochen besteht. Es ist nicht ganz richtig, nur von einem Gewölbebau des Fußes zu sprechen[1]). Es sind im ganzen fünf Bögen, die je durch eine Sehne gespannt werden und durch Bänder und Muskeln in Verbindung stehen. Diese Bögen, die entwicklungsgeschichtlich den fünf Strahlen entsprechen, gehen alle gemeinsam vom Fersenbein aus und divergieren etwas nach vorn. Der erste davon, der auch am massigsten gebaut ist, besitzt die stärkste Muskulatur, was in dem Verhältnis der Beugekraft der Großzehe und derjenigen der übrigen Zehen zum Ausdruck kommt. Der Kraftunterschied zwischen erster und zweiter Zehe ist um so größer, je mehr der Fuß durch das Tragen von unzweckmäßiger Fußbekleidung verändert ist[2]). Für die, in die engen Schuhspitzen hineingepreßten Zehen, ist eine Bewegungsmöglichkeit fast gänzlich ausgeschlossen. Es kommt daher zu einer Inaktivitätsatrophie der vier lateralen Zehenbeuger. Da diese aber gleichzeitig die Spanner für die Sohlenmuskulatur sind, so entsteht auch zwangsläufig eine Schwächung der Plantarmuskulatur, die sich in einer Abflachung des Fußgewölbes auswirkt.

Problemstellung.

Auf Anregung von Herrn Prof. Basler habe ich es mir in meiner Arbeit zur Aufgabe gemacht, die willkürlichen Form- und Kraftveränderungen des Fußgewölbes zu untersuchen.

---

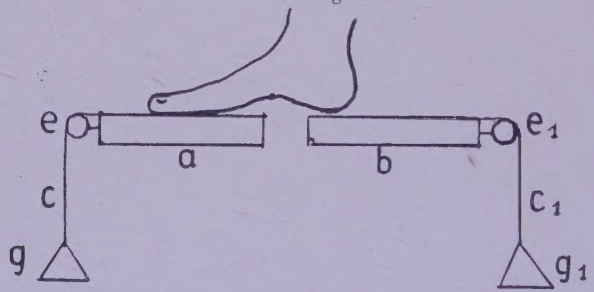
[1]) A. Basler: Med. Klinik 1936, Nr. 46, S. 248.

[2]) A. Basler: Unzweckmäßige Fußbekleidung, S. 248. Sonderabdruck aus: Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete.

Das willkürliche Zusammenziehen der Fußsohle.

Wie gut wir imstande sind, dem Fußgewölbe eine andere Form zu geben, das kann leicht am eigenen Fuß festgestellt werden. Man sieht ohne weiteres, daß die Zehengrundgelenke dabei der Ferse genähert werden, daß also der Fuß sich im ganzen verkürzt. Um die Kraft zu messen, mit der diese Bewegung ausgeführt werden kann, bediente ich mich des folgenden, mir von Herrn Prof. Basler zur Verfügung gestellten Apparates.

Abbildung 1



Zwei Holzbrettchen a und b, die in einem Abstand von 2 cm stehen, sind in horizontaler Richtung gegeneinander verschieblich. An der Außenkante eines jeden der beiden Brettchen ist eine Schnur c und c1 befestigt, die je über eine Rolle e und e1 läuft und unten zur Belastung eine Gewichtsschale g und g1 trägt.

Der Versuch wird nun in der Weise ausgeführt, daß die Versuchsperson in sitzender Stellung einen Fuß auf diese beiden Brettchen setzt, und zwar so, daß der Vorfuß auf das eine, der Fersenteil des Fußes auf das zweite Brett kommt.

Für die Versuchsperson besteht die Aufgabe, durch Anspannen der Sohlenmuskulatur das Fußgewölbe von vorn nach hinten derart zu verkürzen, daß der die beiden Brettchen trennende Zwischenraum verschwindet. Dabei sollen die Zehen so wenig wie möglich plantarwärts gekrümmt werden, sondern nahezu gestreckt auf dem vorderen Brettchen ruhen. Die beiden Gewichtsschalen werden so lange belastet, bis die Versuchsperson die beiden Brettchen nicht mehr zusammenbringen kann.

Diese Kraftbestimmungen wurden für jeden Fuß einzeln und dann für beide Füße zusammen ausgeführt.

Ergebnisse der Kraftbestimmungen mit dem Brettchenapparat.

Die dabei feststellbare Kraft war auffallend klein; ihr höchster Wert betrug 3,2 kg. Diese geringe Kraft erklärt sich dadurch, daß es bei den Kraftbestimmungen nicht möglich ist,

die gesamte Kraft der Sohlenmuskulatur zu erfassen, da sich ja nur ein sehr kleiner Bruchteil derselben nach außen hin auswirkt, während die übrige Kraft für das Muskelspiel untereinander aufgebraucht wird. Und zweitens muß man bedenken, daß es sich um Bewegungen handelt, die über das Maß dessen hinausgehen, was täglich zur Erhaltung der richtigen Fußform geleistet wird. Es sind also Bewegungen, an die wir gar nicht gewöhnt sind.

Um dem Leser einen Überblick über die Kraftwerte zu geben, seien die Protokolle für einige meiner Versuchspersonen in Tabellenform zusammengestellt. Dabei mögen zunächst nur die senkrechten Reihen 1 bis 5 beachtet werden.

Tabelle 1

Die Kraft, mit der das Fußgewölbe verkürzt werden kann.

1	2	3	4	5	6
Name	Alter	Geschlecht	r. Fuß	l. Fuß	r. + l.
W. E.	9	männl.	1,2 kg	1,3 kg	2,0 kg
L. N.	13	männl.	2,0 kg	1,5 kg	3,0 kg
W. H.	13	männl.	2,5 kg	2,2 kg	4,5 kg
R. S.	13	männl.	2,2 kg	2,0 kg	3,7 kg
H. K.	13	männl.	2,0 kg	1,7 kg	3,5 kg
H. Sch.	14	männl.	2,0 kg	1,8 kg	3,0 kg
G. H.	15	weibl.	2,0 kg	1,8 kg	2,9 kg
Ch. H.	21	weibl.	2,1 kg	2,0 kg	3,6 kg
E. H.	24	männl.	3,2 kg	3,0 kg	5,5 kg
A. L.	29	weibl.	2,2 kg	2,0 kg	3,7 kg
A. H.	30	weibl.	1,5 kg	1,3 kg	2,5 kg
E. P.	52	weibl.	1,5 kg	1,3 kg	2,0 kg
B. C.	53	weibl.	1,5 kg	1,2 kg	2,0 kg

Aus dieser Zusammenstellung läßt sich deutlich die auffallende Tatsache erkennen, daß die Kraft so gut wie gar keine Beziehung zum Lebensalter hat. So konnten die beiden Brettchen von zwei 13jährigen Knaben mit dem rechten Fuß zusammengebracht werden, wenn sie mit 2 kg belastet waren, von zwei erwachsenen Frauen dagegen nur bei einer Belastung mit 1,5 kg.

Diese Verschiedenheit in der Leistung beruhte, wie ich bei eingehender Untersuchung feststellen konnte, auf der Beschaffenheit der Füße.

Das Gesetz über die Kraftverminderung bei symmetrischer Aktion.

Wenn von zwei symmetrischen Gliedern oder Gliedabschnitten gleichzeitig eine Kraft ausgeübt wird, dann ist diese, wie

Basler[3]) zuerst hervorgehoben hat, immer kleiner als die Summe der Kräfte, die jeder der beiden Gliedabschnitte allein hervorbringen könnte.

Hahn[4]) hat diese Gesetzmäßigkeit für die Beugung der Zehen gezeigt, Tantzscher[5]) auch für ihre Streckung, aber darüber hinaus auch für die Beugung und Streckung der Finger. Nach den Ergebnissen von Himmel[6]) gilt das gleiche Gesetz für die Wadenmuskulatur.

Hier handelt es sich immer um Kraftäußerungen, die mit täglich ausgeführten, uns vertrauten Bewegungen verknüpft sind. Deshalb schien es wichtig, die Gültigkeit auch für die von mir untersuchte Kraftäußerung zu prüfen. Dazu wurden stets auch Bestimmungen für beide Füße ausgeführt.

Die Versuchsperson wurde aufgefordert, beide Füße parallel nebeneinander auf die Brettchen zu stellen und diese mit aller Energie zusammenzuziehen.

Die Ergebnisse sind in der sechsten senkrechten Reihe der Tabelle 1 zusammengestellt. Man ersieht ohne weiteres, daß auch hier bei allen Versuchspersonen die gleiche Tatsache zu beobachten war.

Bestimmung der Höhe bei willkürlicher Hebung des Fußgewölbes.

Für die Beurteilung einer Leistung ist nicht nur die Kraft ausschlaggebend, sondern auch die Größe der erzielten Formveränderung.

Zur Bestimmung der Formveränderung bediente ich mich eines, ebenfalls von Herrn Prof. Basler angegebenen Apparates, Abb. 3, der es ermöglicht, die Hebung des Fußskelettes unmittelbar zu erkennen.

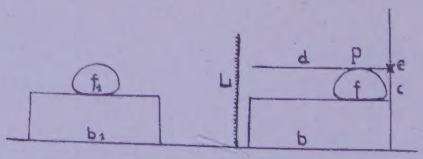


Abbildung 2

[3]) A. Basler: Arbeitsphysiologie, Bd. 9, S. 488 (1936).
[4]) J. Hahn: Arbeitsphysiologie, Bd. 9, S. 482 (1936).
[5]) H. Tantzscher: Diss. Breslau 1937, S. 18.
[6]) J. Himmel: Über die Kraft der Wadenmuskulatur, Diss. Breslau 1936, S. 10.

Der Fuß f ruht auf einem Brett b, an dem unter Zwischenschaltung einer senkrechten Stange c, ein langer Hebel d um die Achse e drehbar befestigt ist. Dieser Hebel liegt leicht auf dem höchsten Punkt des Fußrückens P. Der andere Fuß ruht auf einem zweiten gleichhochgestellten Brett b_1, und zwar deshalb, um eine gleichmäßige Verteilung des Körpergewichts zu erzielen.

Diese Bestimmung, die im Stehen ausgeführt wird, geht in der Weise vor sich, daß der Fuß durch Heben des Fußgewölbes den Hebel zum Ausschlagen bringt. Diese Ausschläge werden mittels eines Lineals abgelesen.

Die dafür gemessenen Werte sind in folgender Tabelle für die gleichen Versuchspersonen wiedergegeben.

Tabelle 2

Die Bestimmung der Höhe bei willkürlicher Hebung des Fußgewölbes.

Name	Alter	Geschlecht	r. Fuß	l. Fuß
W. E.	9	männl.	6 mm	6 mm
L. N.	13	männl.	5 mm	6 mm
W. H.	13	männl.	6 mm	6 mm
R. S.	13	männl.	7 mm	5 mm
H. K.	13	männl.	6 mm	6 mm
H. Sch.	14	männl.	6 mm	6 mm
G. H.	15	weibl.	6 mm	5 mm
Ch. H.	21	weibl.	6 mm	5 mm
E. H.	24	männl.	7 mm	6 mm
A. L.	29	weibl.	6 mm	5 mm
A. H.	30	weibl.	4 mm	3 mm
E. P.	52	weibl.	5 mm	3 mm
B. C.	53	weibl.	5 mm	4 mm

Die Ergebnisse dieser Bestimmung zeigen fast dasselbe Bild wie bei der vorher vorgenommenen Kraftmessung. Auch hier spielt weniger das Alter, als die Beschaffenheit der Sohlenmuskulatur der Versuchsperson eine Rolle.

Die gleiche Einrichtung läßt sich auch nur mit geringer Änderung zur Bestimmung der Kraft bei Hebung des Fußgewölbes anwenden.

An den Hebel d wird dann eine Gewichtsschale angehängt und mit Gewichten so lange belastet, bis der Fuß nicht mehr imstande ist, durch Hebung des Fußgewölbes den belasteten Hebel in die Höhe zu bringen.

Betrachtet man die in Tabelle 3 wiedergegebenen Werte, so ist das gleiche zu sagen wie bei den Höhebestimmungen, näm-

lich, daß die Leistung unabhängig vom Alter der Versuchsperson ist.

Tabelle 3

Die Kraft bei Hebung des Fußgewölbes.

Name	Alter	Geschlecht	r. Fuß	l. Fuß
W. E.	9	männl.	1200 g	1320 g
L. N.	13	männl.	1950 g	2010 g
W. H.	13	männl.	2100 g	2160 g
R. S.	13	männl.	1800 g	1710 g
H. K.	13	männl.	1500 g	1500 g
H. Sch.	14	männl.	1470 g	1500 g
G. H.	15	weibl.	1620 g	1500 g
Ch. H.	21	weibl.	1800 g	1650 g
E. H.	25	männl.	2070 g	1950 g
A. L.	29	weibl.	1800 g	1710 g
E. P.	52	weibl.	1650 g	1560 g
B. C.	53	weibl.	1500 g	1470 g

Training.

Wie alle Muskeln des Körpers lassen sich natürlich auch die Fußsohlenmuskeln durch Übungen kräftigen. Kania hat das in seiner Arbeit für die Zehenbeuger klar gezeigt.

So versuchte ich ebenfalls bei einigen meiner Versuchspersonen durch Training eine Kräftigung der Fußsohlenmuskulatur zu erzielen. Ich ließ also die Bewegung, die ich an dem Brettchen-Apparat gemessen hatte, jetzt als Übung ausführen.

Bevor ich das Training begann, bestimmte ich bei meinen Versuchspersonen die Kraft, mit der die belasteten Brettchen noch zusammengebracht werden konnten.

Die Befunde sind für vier derselben in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 4

Die Höchstkraft, mit der die beiden Brettchen noch zusammengebracht werden konnten.

Name	Alter	Geschlecht	r. Fuß	l. Fuß	r. + l.
L. N.	13	männl.	2,0 kg	1,5 kg	3,0 kg
W. H.	13	männl.	2,5 kg	2,2 kg	4,5 kg
G. H.	15	weibl.	2,0 kg	1,8 kg	2,9 kg
Ch. H.	21	weibl.	2,1 kg	2,0 kg	3,6 kg

Bei dem nun einsetzenden täglichen Training hatten die Versuchspersonen die Aufgabe, mit jedem Fuß 100mal die beiden belasteten Brettchen durch Hebung des Fußgewölbes zusammenzubringen. Das Übungsgewicht betrug beim Beginn des Trainings nur 1,5 kg.

Die Schwierigkeit während der ersten Übungstage bestand darin, daß die Versuchspersonen bei Hebung des Fußgewölbes auch gleichzeitig die Zehen krümmten, was durch eine abnorm geschwächte Zehenmuskulatur bedingt war.

Um diesem Übel abzuhelfen, ließ ich in den ersten Trainingstagen einige Übungen zur Kräftigung dieser Muskulatur an dem von Rauch[7]) in seiner Arbeit beschriebenen Apparat ausführen. Es zeigte sich auch recht bald eine Stärkung derselben, die dadurch zum Ausdruck kam, daß die Zehen bei den Übungen wesentlich gestreckter auf dem Brettchen ruhten.

Im weiteren Verlauf des Trainings wurde das Übungsgewicht an jedem 5. Tag um ca. 250 g erhöht und nach ungefähr 10 Tagen war das Anfangshöchsgewicht erreicht.

Um einen Überblick über die Kraftzunahme zu erhalten, erfolgten an jedem 10. Tag dieselben Kraftbestimmungen wie zum Beginn des Trainings.

Wie aus einem Vergleich dieser Tabelle mit der vorhergehenden zu ersehen ist, kam es schon nach einer 10tägigen Übungszeit zu einer Steigerung der Sohlenmuskelkraft.

Tabelle 5

Kraftbestimmungen nach 10tägigem Training.

Name	Alter	Geschlecht	r. Fuß	l. Fuß	r. + l.
L. N.	13	männl.	3,2 kg	3,2 kg	5,1 kg
W. H.	13	männl.	4,4 kg	4,3 kg	6,9 kg
G. H.	15	weibl.	3,7 kg	3,5 kg	5,4 kg
Ch. H.	21	weibl.	3,2 kg	3,0 kg	4,5 kg

Noch deutlicher tritt die Kraftzunahme, wie Tabelle 6 zeigt, nach weiteren 10 Tagen, also nach Beendigung des Trainings hervor.

Tabelle 6

Kraftbestimmungen nach Beendigung des Trainings.

Name	Alter	Geschlecht	r. Fuß	l. Fuß	r. + l.
L. N.	13	männl.	4,7 kg	4,7 kg	8,2 kg
W. H.	13	männl.	6,8 kg	6,7 kg	9,7 kg
G. H.	15	weibl.	5,2 kg	5,0 kg	7,9 kg
Ch. H.	21	weibl.	6,2 kg	6,5 kg	8,9 kg

Plattfuß und Knickfuß.

Mit Rücksicht auf die praktischen Folgerungen lag mir daran, auch bei pathologischen Fällen Übungen durchzuführen.

[7]) A. Rauch: Diss. Breslau 1938.

Dabei wählte ich im Gegensatz zu Kania besonders schwere Fälle, von denen zwei meiner Darstellung zugrundegelegt sind.

Ehe ich auf die Übungen selbst zu sprechen komme, seien aber einige allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt.

Vergleich mit den Kraftverhältnissen bei der Zehenbeugung.

Wie schon eingangs erwähnt wurde, sind die Muskeln, die das Fußgewölbe heben, auch gleichzeitig die Zehenbeuger. Ihre Kraft hat Kania[8]) in zahlreichen Versuchen gemessen.

Ich selbst habe an einigen von meinen Versuchspersonen die gleichen Versuche angestellt und habe eine vollständige Übereinstimmung mit der Beugekraft des ganzen Vorfußes gefunden. War z. B. die Kraft für die Hebung des Fußgewölbes klein, dann war das gleiche auch für die Zehenbeugung zu beobachten und umgekehrt, wie ja nicht anders zu erwarten war.

Bei den Fällen von pathologischer Fußbeschaffenheit habe ich häufig, wie Hahn[9]) und Kania[10]) gefunden, daß ein Mißverhältnis besteht zwischen der Kraft, die die Großzehe auszuüben vermag und der unter den gleichen Bedingungen gemessenen Kraft der vier letzten Zehen, in dem Sinne, daß die Kraft der Großzehe diejenige der zweiten Zehe ganz bedeutend überragte. Diese Erscheinung hat Basler auf unzweckmäßiges Schuhwerk zurückgeführt, das die vier letzten Zehen in ihrer Bewegung hindert.

Ich selbst habe aber die Beobachtung gemacht, daß es ab und zu einmal vorkommt, daß auch die Kraft des Hallux ganz unverhältnismäßig klein ist. Dadurch überragt sie diejenige der zweiten Zehe nur noch um ein geringes. Absolut war dabei die Kraft einer jeden einzelnen Zehe, einschließlich des Hallux, bedeutend herabgesetzt. Diese Beziehung scheint mir hinsichtlich der Entstehung von Plattfuß von großer Bedeutung zu sein.

Zum Verständnis seien einige Bemerkungen über die Entstehung der verschiedenen statischen Erkrankungen des Fußes vorausgeschickt. Von den angeborenen Fußdeformitäten soll hier vollkommen abgesehen und nur auf die erworbenen eingegangen werden, die auf ein Mißverhältnis zwischen Belastung und Tragfähigkeit des Fußes beruht. Durch dieses können die drei hauptsächlichen Fußveränderungen entstehen, nämlich der Senk- bzw. Plattfuß, der Knickfuß und der Knickplattfuß.

Liegt eine gleichmäßige Abflachung des Fußgewölbes vor,

[8]) Th. Kania: Diss. Breslau 1938.

[9]) J. Hahn: Über die Kraft der menschl. Zehe, Diss. Breslau 1937.

[10]) Th. Kania: Diss. Breslau 1938.

ohne Knickung des Fußes, so sprechen wir von einem Senkfuß, im stärkeren Grade von einem Plattfuß.

Sehr häufig entwickelt sich der Plattfuß auf dem Boden des Knickfußes.

Der Knickfuß entsteht, wie Basler[11]) mehrfach hervorgehoben hat, nicht selten aus einer abnormen Schwäche der lateralen Sohlenmuskulatur. Die geschwächte Außenseite des Fußes hält der Belastung durch den Körper nicht stand, es kommt zunächst zu einem mehr gewohnheitsmäßigen Verlagern des Körpergewichts auf die Innenseite des Fußes und dadurch zu einem Hervortreten des inneren Knöchels.

Besteht neben dieser Knickung nach innen gleichzeitig eine Schwäche des gesamten Bänder- und Muskelapparates, so haben wir das Bild eines Knickplattfußes vor uns.

Die beiden Versuchspersonen mit pathologisch deformierten Füßen.

Hier ist der Ort, um eine eingehende Beschreibung zu geben, nicht nur von der Fußbeschaffenheit, sondern auch der allgemeinen Verhältnisse der beiden Fälle.

Versuchsperson Ch. H.: 21 Jahre, Größe: 152 cm, Gewicht: 50 kg. Seit einem Jahr hat Ch. H. eine fast nur im Sitzen auszuführende Beschäftigung. Auf Befragen gab die Versuchsperson an, daß sie sehr selten barfuß gelaufen ist. Seit dem 12. Lebensjahr trägt sie Plattfußeinlagen, teils nach Maß angefertigte, teils im Schuhgeschäft gekaufte. Ch. H. hatte bis vor kurzer Zeit keinerlei Fußbeschwerden. Erst in den letzten Monaten klagt sie über Schmerzen in der Fußsohle und in den Waden. Auch bemerkt sie, daß abends eine Schwellung an den Fußknöcheln besteht.

Bei der Betrachtung der Füße fällt eine hochgradige Abflachung des Fußgewölbes auf, die auch in den Fußfarbabdrücken beider Fußsohlen zum Ausdruck kommt.

Neben einer starken Vorwölbung des inneren Fußrandes besteht noch eine erhebliche Plantarwärtskrümmung der vier letzten Zehen und eine Valgusstellung der beiden Großzehen.

Versuchsperson L. N.: 13 Jahre, Größe: 143 cm, Gewicht: 35,5 kg. Der Junge ist Schüler und geht im Sommer mitunter barfuß. Doch trägt er die größte Zeit des Jahres Schuhe. Auch er hatte nie über Fußbeschwerden zu klagen. Erst seit der Zeit, wo er von der HJ. aus größere Märsche zurückzulegen

---

[11]) A. Basler: Unzweckmäßige Fußbekleidung als eine der Ursachen für Entstehung von Knickfuß, S. 249.

hat, traten bei ihm Schmerzen in den Füßen und Waden auf.

Der Fuß zeigt ein starkes Hervortreten des inneren Fußknöchels, also ausgesprochene Knickfußstellung. Der Winkel, der von der Fersenmittellinie und der Verlängerung der Unterschenkelachse gebildet wird, betrug bei der Versuchsperson bei der erstmaligen Messung: rechts 10^0, links 12^0.

Gerade auf diese beiden Versuchspersonen habe ich mein besonderes Augenmerk gerichtet.

Mit Rücksicht auf die hochgradigen Veränderungen des Fußes, mit denen ich zu tun hatte, mußten alle Mittel versucht werden, um die mir zur Verfügung stehende Zeit im Sinne einer Muskelkräftigung auszunutzen.

Von diesen sei in erster Reihe der von Kania[12]) zur Kräftigung der Zehenbeuger angewandte Apparat erwähnt.

Methodik für die Kräftigung der Zehenbeuger.

Auch hier wurden vor, während und nach dem Training Kraftmessungen vorgenommen. In Tabelle 7 wurde die Kraft bei Beugung der Zehen, wie sie vor den Übungen zu finden war, zusammengestellt. Die Angaben beziehen sich auf die zwei schon mehrfach erwähnten ausgesprochen pathologischen Fälle und zwei zum Vergleich herangezogene normale.

Tabelle 7

Die Kraft, mit der die Zehen zum Beginn des Trainings gebeugt werden konnten, in kg ausgedrückt.

Zustand des Fußes	Plattfuß		Knickfuß		Normal			
V.-P.	Ch. H.		L. N.		G. H.		W. H.	
Alter:	21		13		15		13	
Fuß:	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.
Zehen:								
I	5,0	4,8	5,8	6,0	12,0	9,0	6,0	5,9
II	3,0	2,9	2,5	2,3	5,0	5,0	3,5	3,0
III	2,5	2,0	2,5	2,3	4,0	3,9	3,0	2,5
IV	2,5	1,9	1,9	2,0	2,5	3,5	2,0	2,0
V	2,0	1,8	1,5	1,9	2,5	2,0	2,0	1,9

Die Ergebnisse, wie sie aus dieser Tabelle zu ersehen sind, bestätigen das Gesagte über die Kraftverhältnisse bei Platt- und Knickfuß.

Da, wie schon erwähnt wurde, der Knickfuß vielfach durch eine Schwäche der vier lateralen Spanner hervorgerufen wird, so ist es auch ohne weiteres verständlich, daß durch eine

[12]) Th. Kania: Diss. Breslau 1938.

Kräftigung dieser Muskulatur eine weitgehende Besserung des Knickfußes erzielt werden kann. Dagegen hätte es bei den primären Formen von Plattfuß ohne Knickfuß und mit schwacher Halluxmuskulatur wenig Sinn, lediglich nur die vier lateralen Sohlenspanner zu kräftigen. Deshalb mußte bei der Versuchsperson, bei der dieser Fall vorlag, der größte Wert auf eine Kräftigung der gesamten Sohlenmuskulatur gelegt werden. Aus diesem Grunde wurde in solchen Fällen der Hallux mit in die Übungen einbezogen.

Der Gang dieses Trainings erfolgte ungefähr in der gleichen Weise wie bei dem Brettchenapparat.

Die Versuchspersonen hatten die Aufgabe, täglich die Zehen, mit Ausnahme der Großzehen, 100mal in kurzen Zeitabständen, zu beugen. Das Anfangs-Übungsgewicht entsprach 1/3 der anfangs ermittelten Höchstkraft. Auch hier wurde an jedem 5. Tag das Gewicht erhöht, und zwar um 70—100 g.

Während der ersten Übungstage traten bei sämtlichen Versuchspersonen Schmerzen in der Fuß- und Wadenmuskulatur auf, die aber bald abklangen.

Tabelle 8

Beugekraft der Zehen nach 10tägigem Training in kg ausgedrückt.

Zustand des Fußes	Plattfuß		Knickfuß		Normal			
V.-P.	Ch. H.		L. N.		G. H.		W. H.	
Alter:	21		13		15		13	
Fuß:	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.
Zehen:								
I	10,0	8,0	10,0	8,0	20,0	14,0	16,5	11,0
II	6,5	3,5	6,5	3,2	7,0	8,5	8,0	6,5
III	4,0	3,2	4,0	3,5	6,0	6,8	6,0	4,5
IV	3,5	2,7	3,5	2,7	4,0	3,7	4,5	3,0
V	2,7	3,0	2,7	3,0	4,5	4,2	4,5	3,0

Aus diesen Ergebnissen geht klar eine Kraftzunahme hervor, und zwar sämtlicher Zehen. Obwohl die Großzehen, außer dem Fall von hochgradigem Plattfuß V.-P. Ch. H., vom Training ausgeschlossen waren, so erfolgte auch bei diesen trotzdessen eine Erhöhung der Beugekraft, genau wie das schon Kania [13]) für seine leichten Fälle gefunden hat.

[13]) Th. Kania: Diss. Breslau 1938.

Tabelle 9

Die Zehenbeugekraft nach Abschluß der Übungen in kg ausgedrückt.

Zustand des Fußes	Plattfuß		Knickfuß		Normal			
V.-P.	Ch. H.		L. N.		G. H.		W. H.	
Alter:	21		13		15		13	
Fuß:	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.
Zehen:								
I	17,5	14,0	19,0	17,0	21,0	17,0	20,0	19,0
II	8,0	6,0	10,0	9,0	12,0	10,0	11,0	10,0
III	6,5	6,0	7,0	8,4	9,0	7,0	9,0	9,5
IV	4,5	4,0	7,0	8,0	5,0	6,5	5,5	7,5
V	5,5	5,0	4,5	4,0	6,5	7,0	5,0	5,0

Um die Zeit zwischen den Übungen auszufüllen, wurden einige nicht anstrengende Zwischenübungen eingelegt, so z. B. der hohe Zehengang, der anfangs bei den Versuchspersonen ziehende Schmerzen in den Waden verursachte, doch nach einiger Zeit ohne irgendwelche Beschwerden beliebig lang ausgedehnt werden konnte.

Als zweite Zwischenübung erfolgte eine Art Seil-Gehen auf einer runden Stange, die auf den Fußboden gelegt wurde.

Außerdem stand den Versuchspersonen ein Setzspiel zur Verfügung, bei dem die einzelnen Figuren mit den Zehen gefaßt und hingestellt werden mußten.

Als letzte Untersuchungen nach Beendigung des Trainings wurden noch bei allen Versuchspersonen Höhe- und Kraftmessungen an dem Hebelapparat durchgeführt.

Bei einem Vergleich der Anfangs- und Schlußwerte, ist eine erhebliche Leistungssteigerung zu erkennen. Und zwar ist es auffallend, daß gerade die Versuchspersonen, deren Anfangswerte niedrig waren, nach Beendigung des Trainings die höchsten Zahlen aufzuweisen hatten.

Tabelle 10

Die Höhe bei Hebung des Fußgewölbes vor und nach der Übungszeit.

Name	Alter	Geschlecht	r. Fuß	l. Fuß	r. Fuß	l. Fuß
Ch. H.	21	weibl.	6 mm	5 mm	11 mm	12 mm
L. N.	13	männl.	6 mm	6 mm	11 mm	10 mm
G. H.	15	weibl.	6 mm	5 mm	8 mm	9 mm
W. H.	13	männl.	6 mm	6 mm	10 mm	8 mm

Dasselbe Bild zeigen die Kraftmessungen bei Hebung des

Fußgewölbes, die ebenfalls vor und nach dem Training erfolgten.

Tabelle 11

Die Kraft bei Hebung des Fußgewölbes vor und nach dem Training.

Name	Alter	Geschlecht	r. Fuß	l. Fuß	r. Fuß	l. Fuß
Ch. H.	21	weibl.	1800 g	1650 g	2550 g	2400 g
L. N.	13	männl.	1950 g	2010 g	2310 g	2250 g
G. H.	15	weibl.	1620 g	1500 g	2200 g	2260 g
W. H.	13	männl.	2100 g	2160 g	2300 g	2300 g

Folgen der Übungen auf die Fußform.

Wie aus den angeführten Kraftbestimmungen, die während und nach Ablauf des Trainings gemacht wurden, zu ersehen ist, kam es durch die Übungen zu einer bedeutenden Kraftzunahme der Sohlenmuskulatur. Das anfangs bestehende Mißverhältnis der Kraftwerte zwischen den Versuchspersonen mit der gesunden Sohlenmuskulatur und denen, bei welchen die schweren Fußdeformitäten bestanden, war fast gänzlich aufgehoben.

Außer der Kraftzunahme war auch eine auffallende Änderung der Fußform eingetreten.

So zeigte es sich, daß der Abknickungswinkel, der bei der Versuchsperson L. N. beim Beginn der Übungen rechts: 10^0, links: 12^0 betrug, auf 7^0 bzw. 6^0 herabgesunken war.

Ebenso ließ die Fußform der zweiten Versuchsperson Ch. H. eine weitgehende Besserung erkennen. Die vorherbestandene Vorwölbung des inneren Fußrandes ist fast vollkommen geschwunden, die beiden Großzehen sind weniger abduziert, die übrigen Zehen werden gestreckter gehalten.

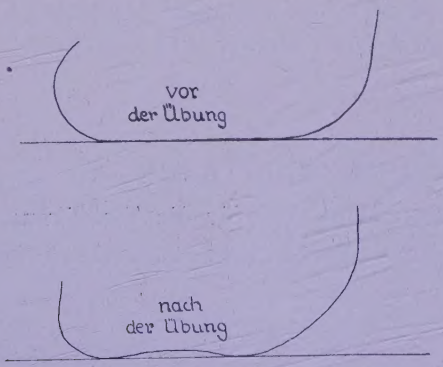


Abbildung 3

Besonders überzeugend für die Erhöhung des Fußgewölbes wirken die in Abb. 3 dargestellten Sohlenprofile, die in derselben Weise zustandekamen, wie sie Kania[14]) in seiner Arbeit eingehend beschrieben hat.

Außer dieser Erhöhung des Fußgewölbes kam es gleichzeitig zu einer Verkleinerung und einem Schmälerwerden des ganzen Fußes wie Abb. 3 zeigt.

Zusammenfassung des Inhaltes.

1. Bei verschiedenen Personen wurde die Kraft bestimmt, die dadurch ausgeübt wird, daß der vordere Teil des Fußes mit Hilfe der Sohlenmuskulatur zurückgezogen wird, wobei sich also das Fußgewölbe verkürzt.

2. Die Kraftbestimmungen, die bei Personen verschiedenen Alters durchgeführt wurden, ergaben die Tatsache, daß die Kraft der Sohlenmuskulatur weniger vom Alter als von der Beschaffenheit der Muskulatur abhängig ist.

3. Das Gleiche läßt sich über die erfolgten Höhemessungen bei Hebung des Fußgewölbes sagen.

4. Im Anschluß daran wurde ein Training bei Versuchspersonen mit gesunder Muskulatur und bei Fällen, in denen Knick- bzw. Plattfuß bestand, durchgeführt.

5. Die Endergebnisse zeigten, daß das anfangs bestehende Mißverhältnis zwischen den Kraftwerten bei den Personen mit normaler Sohlenmuskulatur und denen mit der geschwächten, vollständig aufgehoben war.

6 Neben der Kraftverbesserung kam es auch zu einer Verbesserung der Fußform.

7. Der Abknickungswinkel wurde kleiner, das Fußgewölbe höher, der Fuß im ganzen kleiner und schmäler.

Herrn Professor Dr. Basler spreche ich an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank aus für die Zuweisung des Themas, sowie für die jederzeit bereitwillige Unterstützung.

---

[14]) Th. Kania: Diss. Breslau 1938.

Lebenslauf.

Am 12. November 1909 wurde ich als Tochter des Volksschulrektors Johannes Hoppe und seiner Ehefrau Hedwig, geb. Krzoska, in Annagrube, Kreis Rybnik OS., geboren. Ich besuchte zunächst die Höhere Mädchenschule in Loslau OS. Infolge der politischen Unruhen setzte ich 1½ Jahre den Unterricht aus, da meine Eltern als Flüchtlinge den Wohnort oft wechseln mußten. Seit 1922 besuchte ich das Oberlyzeum der Ursulinen zu Breslau, wo ich 1930 die Reifeprüfung bestand. Ich studierte zunächst 3 Semester Philologie, hierauf Medizin in Breslau. Im November 1937 legte ich die große Staatsprüfung ab. Nach Ableistung des praktischen Jahres im St.-Anna-Krankenhaus und im Städtischen Krankenhaus Allerheiligen in Breslau wurde ich am 1. Dezember 1938 approbiert. Ich bin jetzt als Volontärassistentin im St.-Georg-Krankenhaus in Breslau tätig.

Johanna Hoppe.